

**УДК 004.94**

*Д.Д. Сорочинський, студент гр. ПБ-91мп, к.т.н., доц. Вислоух С.П.*  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

## **РОЛЬ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В «РОЗУМНОМУ ВИРОБНИЦТВІ»**

**Анотація.** В статті розглядається питання використання імітаційного моделювання у «розумному виробництві». Розглядається роль імітаційного моделювання у контексті впровадження «розумного виробництва», його можливості та інструменти.

**Ключові слова:** імітаційне моделювання, «розумне виробництво», виробничий процес, аналіз виробництва.

### **ВСТУП**

Виробничий процес є складною системою, що характеризується великою кількістю параметрів, залежності, якими вона описується процес, є нелінійними. Ця система має якісно різні стани, її безперервні процеси перериваються дискретними переходами. Об'єкт виробничого процесу зазнає значних змін з часом. Крім того, система визначається імовірнісною поведінкою і зворотними зв'язками. Така система, перед запуском нового виробництва, вимагає аналізу та оцінки майбутньої її роботи [1].

Проводити експерименти з використанням реальної моделі процесу виробництва не вигідно тому, що його модель занадто вартісна, а створення його прототипу вимагає значних коштів та тривалого часу. Імітаційне моделювання виробничого процесу дозволяє виконати його аналіз та оцінку всіх ризиків [2].

Моделювання передбачає створення моделі об'єкта та подальше її дослідження з метою визначити поведінку системи, перевірити, як вона поводитиметься при певних умовах, порівнювати різні сценарії і оптимізувати її. Після знаходження оптимального варіанта вирішення системи (процесу, явища) її можна запускати в виробництво. Моделювання дозволяє аналізувати не тільки конкретний процес, а й систему виробництва в цілому, що дає можливість перевірити капіталомісткість тієї чи іншої стратегії управління. Проведення експериментів з використанням моделі позбавляє від необхідності проведення експериментів в реальному житті і не заважає роботі виробництва [3].

«Розумне виробництво» – це таке виробництво, що оснащено високоточним обладнанням, верстатами з ЧПК, роботизованими комплексами, датчиками, сенсорами, автоматизованими системами управління технологічними процесами та системами оперативного управління виробничими процесами на рівні цеху, які дозволяють провести швидко та гнучке переналагодження обладнання. Такий підхід дозволяє підвищити продуктивність, екологічність, енергоефективність виробництва та підняти методи такого виробництва на новий рівень.

### **АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

Імітаційне моделювання виробничих систем представляються такими характеристиками [4]:

– компактне і наочне (анімаційне) подання інформації про стан і поведінку складної системи будь-якого виду для швидкого аналізу ситуації і прийняття рішень. Функціонування складних виробничих систем може бути представлено

у вигляді наочної та реалістичної картини зміни стану елементів системи та зв'язків між ними;

- керівник може одним поглядом охопити і оцінити інформацію, для аналізу якої в традиційній формі (в вигляді таблиць і графіків) потрібні великі витрати сил і часу. Можна виконати аналіз різних сценаріїв розвитку подій і пошук найкращих рішень, включаючи рішення оптимізаційних задач, для функціонування складних технологічних і процесів будь-якого виду. Завдання сценаріїв і перегляд результатів може виконуватися через Інтернет;

- підтримка координованості та знаходження узгоджених рішень між територіально розподіленими керівниками пов'язаних між собою структур підприємства. Керівники можуть формулювати свої пропозиції у вигляді сценаріїв для моделі, що імітує їх пов'язану систему виробництв, і колективно програвати наслідки від сукупності пропонованих ними дій. Сама модель може бути встановлена в Інтернеті і відкрита як для перегляду результатів її роботи, так і для зміни вхідних даних строго за встановленими правилами;

- порівняння реальних процесів з їх модельним еталоном з метою виявлення причин і джерел порушення нормального функціонування систем. Висока точність модельного відтворення роботи технологічних, організаційних або змішаних систем, яка можлива в сучасному імітаційному моделюванні, дозволяє керівникам відтворювати на моделі ситуації, що прояснюють, які внутрішні та зовнішні чинники насправді привели до порушення нормального функціонування системи;

- анімовані презентації з реалістичним й наочним поданням складних ситуацій і процесів, включаючи можливість програвання різних сценаріїв поведінки демонструють об'єкта в процесі його презентації.

## **ВИКОРИСТАННЯ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В «РОЗУМНОМУ ВИРОБНИЦТВІ»**

Складна комп'ютерна імітаційна модель такого об'єкту як виробничий процес наочно демонструє функціонування великих та складних організаційних систем, яке практично неможливо уявити традиційними способами. Складний організаційний механізм постає тут у вигляді реалістичної картини зміни стану елементів системи і зв'язків між ними. Керівник подібного процесу може за допомогою моделі проаналізувати фактичні та можливі причини виникнення поломок в обладнанні і імітувати доступні йому варіанти поліпшення ситуації.

При цьому можливий аналіз різних сценаріїв розвитку подій і пошук найкращих рішень (включаючи рішення оптимізаційних задач). Така модель може бути корисним інформаційно-довідковим ресурсом для тих, хто планує запуск подібного виробництва. Тут модель регулярно актуалізується на основі одержуваних від нього реальних даних (зайнятість робочих, довжина черги деталей на конвеєрі та ін.) [5].

За допомогою такої моделі керівник процесу може отримувати прогноз часу очікування деталей в черзі, оцінки загального часу, необхідної їм схеми обслуговування і т.п.

«Розумне виробництво» вимагає широкого залучення комп'ютерних систем, які будуть спрямовані на створення ідеального, наскільки дозволять засоби реалізації виробництва, виробничого процесу. Імітаційна модель такого процесу розкриває різноманітну інформацію про процес та його складові. Таке моделювання задовольняє вимоги «розумного виробництва» про використання сучасних комп'ютерних систем та виконує головне завдання – підвищення ефективності та продуктивності.

## ВИСНОВКИ

Методичні та інструментальні досягнення останніх років в комп'ютерному імітаційному моделюванні створюють можливості для опису і вивчення складних виробничих систем без необхідності їх істотного спрощення.

Таким чином навіть найскладніша система з використання імітаційного моделювання може бути проаналізована та «розібрана» на дрібні частини для оцінки впливу кожної з них на процес. «Розумне виробництво» в повному обсязі цього поняття не повністю реалізоване, через різноманітні чинники [6].

При меті реалізації такого виробництва імітаційне моделювання є важливою завершальною частиною, за результатами роботи якої робиться висновок про доцільність впровадження даного виробничого процесу.

Імітаційне моделювання може адаптувати до «розумного виробництва» вже існуючі виробничі процеси шляхом реалізації змін та аналізу функціонування виробничого процесу, враховуючи можливі варіанти його вдосконалення та ризиків, що з цим пов'язані.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Програмні пакети для імітаційного моделювання. [Електронний ресурс]. URL: [https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fksa/2kvetnyj\\_komp'yuterne\\_modelyuvannya\\_system\\_procesiv/t1/172.htm](https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fksa/2kvetnyj_komp'yuterne_modelyuvannya_system_procesiv/t1/172.htm).
- [2] Преимущества и недостатки имитационного моделирования в экономических исследованиях. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=34161>.
- [3] Сорочинський, Д. Д. Підвищення якості приладобудівного виробництва засобами імітаційного моделювання / Д. Д. Сорочинський, С. П. Вислоух // XV Всеукр. науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні», 10-11 грудня 2019 року, м. Київ, Україна: збірник праць конференції / КПІ ім. Ігоря Сікорського, ПБФ, ФММ.
- [4] Новые возможности имитационного моделирования социально-экономических систем. — Режим доступа: [www.URL:http://simulation.su/uploads/files/default/parinov.pdf](http://simulation.su/uploads/files/default/parinov.pdf).
- [5] Роль и задачи имитационного моделирования на этапе перехода от цифрового производства к «умными фабрикам». — Режим доступа: [www.URL:http://simulation.su/uploads/files/default/2017-immod-219-227.pdf](http://simulation.su/uploads/files/default/2017-immod-219-227.pdf).
- [6] Умное производство. — Режим доступа: [www.URL:https://scienceforum.ru/2018/article/2018004664](https://scienceforum.ru/2018/article/2018004664). [0]

*Науковий керівник – к.т.н., доц. Вислоух С.П.*